



PROPRIEDADES TÉRMICAS DE RESÍDUOS DE DESBASTE DE PLANTIO DE CEDRO AUSTRALIANO

WESLEY MUNHOZ RIBEIRO¹; HENRIQUE VAHL RIBEIRO²; KELVIN TECHERA BARBOSA²; MARÍLIA LAZAROTTO³

¹Universidade Federal de Pelotas Federal (UFPEL) – wesleymunhozribeiro@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas Federal (UFPEL) – henrique.vahl.ribeiro@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas Federal (UFPEL) – kelvintecherabarbosa@gmail.com

³Centro de Engenharias da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – marilia.lazarotto@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Toona ciliata* é oriunda das regiões tropicais da Austrália, possui rápido crescimento com ciclos produtivos de 15 a 20 anos, podendo alcançar oito metros de altura e 15 centímetros de diâmetro e com madeira de qualidade semelhante ao cedro branco (*Cedrela fissilis*) e o mogno (*Swietenia macrophylla*) (SOUZA e LORENZI, 2008), sendo todas elas da família botânica Meliaceae. A espécie se adaptou muito bem no Brasil, encontrando ótimas condições para seu crescimento na região Sudeste e no sul de Bahia (PINHEIRO et al., 2003). Dessa forma, se tornou uma opção aos produtores brasileiros que procuram investir em mais diversidade de matérias primas com qualidade e com alto valor comercial.

A madeira de *Toona ciliata* é utilizada para serraria devido às suas características vantajosas, tais como a alta resistência a cupins, grã reta e aparência atrativa (RIBEIRO, 2011). Para o uso para fins de madeira serrada, um dos tratos silviculturais essenciais no manejo do cedro-australiano é a operação de desbaste, executada baseando-se em variáveis de incremento volumétrico. Os desbastes geram grande quantidade de madeira de baixo diâmetro, além de resíduos, que não interessam para a produção de madeira serrada, mas que podem ser aproveitados para outros fins. Um meio que ganhou destaque em vários países para o aproveitamento destes resíduos é o uso energético, mas para isso, é necessário o estudo das propriedades energéticas deste material.

Estudar o poder calorífico é uma ótima forma de se avaliar o potencial energético destes resíduos (PROTÁSIO et al., 2011). O hidrogênio, carbono, oxigênio e os minerais estão diretamente ligados ao poder calorífico superior (PROTÁSIO et al., 2012). No entanto, Bufalino et al. (2012) afirma que baixas concentrações de enxofre e nitrogênio são essenciais para que a madeira seja um combustível ambientalmente adequado para produzir energia.

Outra maneira eficiente de analisar as propriedades térmicas da madeira e com ênfase em relação aos parâmetros de resistência térmica da madeira, rendimentos gravimétricos e a avaliação de potencial do material para produção de energia é a análise termogravimétrica (TGA) (BELINI, 2018).

Com isto, este estudo teve como objetivo avaliar o poder calorífico superior e analisar a resistência térmica por meio de análise termogravimétrica (TGA) de resíduos de desbaste em plantio de cedro-australiano (*Toona ciliata*).

2. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo foi utilizada a madeira de espécie *Toona ciliata* com aproximadamente cinco anos de idade e proveniente da Estação Experimental Agronômica da UFRGS (30°06'43" S; 51°40'20" W). O plantio das mudas na área foi realizado em outubro de 2013 em espaçamento 3 x 3 m. Em

março de 2019 (aproximadamente cinco anos), foi realizado o desbaste, eliminando os indivíduos de qualidade inferior do povoamento(árvores bifurcadas, de menor diâmetro e altura e com problemas fitossanitários).

Desse material, dispensou-se os primeiros 50 cm de altura desde a base, e retirou-se amostras até o DAP (1,3m) de onde foram confeccionados corpos-de-prova para o presente estudo e outros posteriores.

Para o preparo da amostra para determinação de poder calorífico, a madeira foi moída em um moinho Willey e passada em uma peneira de 60 mesh. Três amostras de 0,5 g desse material foram utilizadas para as análises. Com isso, foi determinado o poder calorífico superior (PCS) das amostras, utilizando-se um calorímetro isoperibólico, modelo PARR 6200. No reator, a amostra é previamente pesada, acondicionada e o fio de combustão é amarrado, devendo ficar em contato com a mesma. Depois o reator é fechado e preenchido com gás oxigênio por 30 segundos. Os cabos de ignição foram conectados ao reator para procedimento da combustão, sendo os resultados expressos em Kcal.kg⁻¹.

A análise termogravimétrica (TGA) e taxa de perda de massa (DTG), foi realizada com auxílio do equipamento NAVAS TGA 1000, as curvas foram obtidas no intervalo entre 0°C e 700°C com aquecimento de 10°C/min., sendo feita a observação da curva termogravimétrica da perda de massa em função da temperatura (TGA) e em seguida realizando a primeira derivada da curva (DTG).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O poder calorífico é a quantidade de energia liberada pela combustão da madeira, este parâmetro divide-se em superior e inferior, sendo o superior a quantidade de calor liberado, causando a condensação da água proveniente da queima, e o poder calorífico inferior define-se pela energia disponível na massa após a evaporação da água (QUIRINO 2005). Na tabela 1 observam-se os valores médios de poder calorífico (Kcal/Kg⁻¹) para cada uma das três amostras, bem como a média para o material do estudo.

Tabela 1. Valores de poder calorífico superior (Kcal/Kg⁻¹) das amostras de *Toona ciliata*.

Amostras	Poder calorífico (Kcal.Kg ⁻¹)
1°	4.372,23
2°	4.435,34
3°	5.094,52
Média	4.634,03

A madeira de *Toona ciliata* apresentou PCS médio de 4.634,03 Kcal.kg⁻¹, aproximando-se a alguns estudos para madeiras de rápido crescimento (Tabela 1). Telmo & Lousada (2011) encontraram valores médios de poder calorífico superior da madeira de 17 espécies florestais que variam entre 4.213,91 Kcal/Kg⁻¹ e 4.973,47 Kcal/Kg⁻¹. Eloy et al. (2015) em estudos de capacidade energética da madeira e da casca de acácia-negra (*Acacia mearnsii*), aos 36 meses após o plantio, encontraram valor de 4577 Kcal kg⁻¹, ressaltando-se que esta última espécie citada é uma das mais utilizadas para fins energéticos no sul do país.

A termogravimétrica (TGA) e taxa de perda de massa (DTG), pode ser dividida em três etapas, a primeira entre 20°C a 100°C na qual ocorre a perda da

umidade, chegando a 160°C começa a degradação da celulose e hemicelulose, esta etapa dura até os 480°C, e por último entre 450°C a 600°C a degradação da lignina (PINTO et al., 2016).

Na Figura 1 observam-se os gráficos de TGA e DTG para amadeira de cedro-australiano. Nas curvas do TGA é possível visualizar a perda de massa em porcentagem com relação à temperatura, já o DTG mostra a variação de massa em relação à temperatura.

Nota-se que na primeira etapa da degradação, a qual ocorre perda de umidade, a massa diminuiu em aproximadamente 10%, entre 200°C e 400°C percebe-se uma perca de mais 60% da massa do material, esta que abrange celulose e hemicelulose, posteriormente a partir de 450°C inicia-se a degradação da lignina e perdendo o restante da massa (~30%) que termina em aproximadamente 700°C.

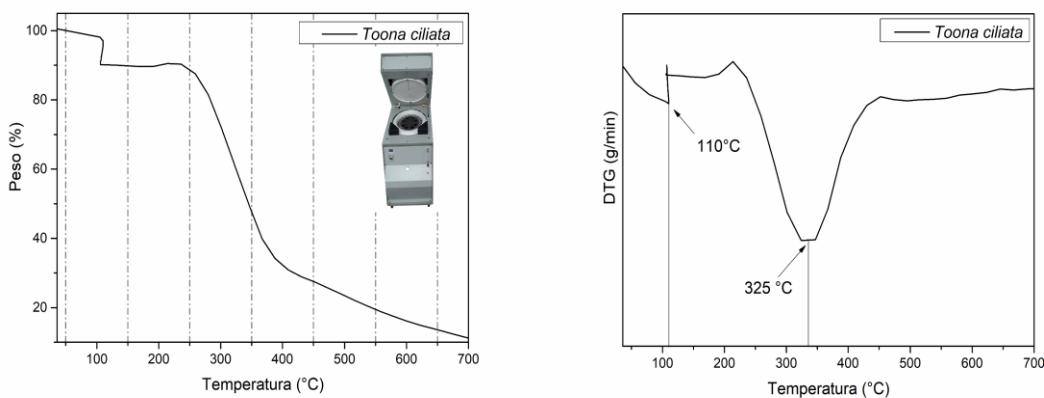


Figura 1. Curvas de análise de Termogravimetria (TGA) e de taxa de perda de massa (DTG) da madeira da espécie *Toonaciliata*.

Nas curvas de DTG é possível observar que o pico da perda de umidade se deu aos 110°C e a maior taxa de degradação da celulose e hemicelulose ocorreram aos 325°C, já a degradação da lignina não tem um pico devido sua decomposição térmica ocorrer em uma ampla faixa de temperatura (PEREIRA, 2013), Essa elevada temperatura a qual a espécie foi submetida e que causou maior degradação de seus constituintes, indicam que a espécie apresenta alta estabilidade térmica, semelhante às demais espécies de rápido crescimento utilizadas para fins energéticos.

4. CONCLUSÕES

Com este trabalho podemos concluir que os resíduos de desbaste do cedro australiano (*Toona ciliata*) tem um poder calorífico superior compatível com o uso para fins energéticos, bem como alta estabilidade térmica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELINI, G. B. **Termogravimetria aplicada para caracterização da biomassa**. 2018. Dissertação. Mestrado em Ciência dos Materiais. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Materiais- Universidade Federal de São Carlos.
BUFALINO, L., de PAULA, P. T., COUTO, A. M., NASSUR, O. A. C., de SÁ, V. A., TRUGILHO, P. F., & MENDES, L. M. Caracterização química e energética para



aproveitamento da madeira de costaneira e desbaste de cedro australiano.

Pesquisa Florestal Brasileira Colombo, v. 32, n. 70, p. 129-129, 2012.

PROTÁSIO, T.P.; BUFALINO, L.; JÚNIOR, M. G.; da Silva CÉSAR, A. A.; & TRUGILHO, P. F. Classificação de combustíveis de biomassa vegetal para a produção de bioenergia. In: **ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS**, 13, Vitória, 2012. Anais...Vitoria: Universidade Federal do Espírito Santo, 2012.

PROTÁSIO, T.P.; BUFALINO, L.; TONOLI, G.H.D.; COUTO, A.M.; TRUGILHO, P.F.; GUIMARÃES JUNIOR, M. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 113-113, 2011.

ELOY, E.; SILVA, D.A.; CARON, B.O.; SOUZA, V.Q. Capacidade energética da madeira e da casca de acácia-negra em diferentes espaçamentos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, 163-167, 2015.I

PEREIRA, B. L. C.; CARNEIRO, A. D. C. O., CARVALHO, A. M. M. L., TRUGILHO, P. F., MELO, I. C. N. A., & OLIVEIRA, A. C. Estudo da degradação térmica da madeira de *Eucalyptus* através de termogravimetria e calorimetria. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, p. 567-576, 2013.

PINHEIRO, A. L.; LANI, L. L.; COUTO, L.. Cultura do cedro australiano para produção de madeira serrada. Viçosa, MG: UFV, 2003. 42 p.

PINTO, E.M., MACHADO, G. O., FELIPETTO, R. P. F., CHRISTOFORO, A. L., LAHR, F. A. R., & CALIL Jr, C. 2016. Thermal degradation and charring rate of wood species. **The Open Construction & Building Technology Journal**, V.10, n.1, 450-456, 2016.

QUIRINO, W. F., VALE, A. D., ANDRADE, A. D., ABREU, V. L. S., & AZEVEDO, A. D. S. . Poder calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. **Revista da Madeira**, v. 89, n. 100, p. 100-106, 2005.

RIBEIRO, M. X. **Resistência de painéis aglomerados a cupins de madeira seca (*Cryptotermes brevis*)**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA, V. C.; & LORENZI, H. J. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. Ed. NovaOdesa: Instituto Plantarum, 2008.

TELMO, C.; LOUSADA, J. Heating values of wood pellets from different species. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 35, n. 7, p. 2634-2639, 2011.